UOT 637.18.002.73

ÜZLÜ SÜDƏVƏZEDİCİSİNDƏ YAĞ FAZASININ DAYANIQLILIĞININ TƏDQİQİ

B.Z.SALMANOV
Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti

Məqalədə müəllif üzlü süd əvəzedicisində yağ fazasının dayanıqlılığının nəzəri tədqiqini aparmışdır. Burada iki yağ kürəciyi aqreqatının yaranma prosesinin interpritasiya qrafikini göstərmişdir. Həmçinin yağ kürəciklərinin ölçülərini təyin etmək üçün düsturlar, onların hərəkət sürətlərini və birləşmələri təsvir olunmuşdur.

Açar sözlər: *süd əvəzedicisi, homogenləşmə, dispersləşmə, yağ kürəciyi.*

Maye halında üzlü süd əvəzedicisi hazırlanmasında mühüm məsələ yağ – süd qarışığının homogenləşdirilməsi və stabil emulsiya hazırlanmasına nail olmaqdan ibarətdir. Heyvana içirdilən məhsulun tərkibində yağ kürəciklərinin ölçüsü nə qədər kiçik olursa onların faydalılığı daha çox olur. Əgər bitki yağı süd əvəzedicisi tərkibində yaxşı yayılmazsa o zaman cavan buzovlarda mədə pozğunluğu baş verə bilər.

Dispersləşmə zamanı yemlərin dad xarakteristikasının yaxşılaşdırılması dispers mühitdə dispers faza hissəciklərinin ölçülərinin kiçildilməsi və müvafiq olaraq onların səth sahəsi cəminin artırılması ilə əlaqəlidir. Nəticədə dad reseptorlarına onların təsiri intensivləşir, dad duyumu güclənir [1].

Vaxta görə emulsiyanın stabilliliyi də həmçinin dispers faza hissəciklərinin ölçüsü ilə əlaqəlidir. Yağ kürəciklərinin mayenin üzünə çıxma sürətinin onların ölçü və diametrindən asılılığını yaxşı ifadə edən Stoks qanunu emulsiyanın dayanıqlılıq və stabilliyini artırmaq üçün disperqasiya prosesinin intensivləşdirilməsinin vacibliyini təsdiq edir [2]. Yağ kürəciklərinin ölçüsü nə qədər kiçik olarsa onların südün üzünə çıxma sürəti o qədər az olur, bununlada emulsiya daha stabil və dayanıqlı olur.

Asiptotik tələbatı nəzəriyyədən istifadə edib ($\beta \ll 1$ və ya $\beta \gg 1$) orta ölçünün d_{II} ikinci dispersiyasını "ilkin" damcının d_0 ölçüsü ilə əlaqəsindən istifadə edib tapırıq:

$$\frac{d_0}{d_{II}} = \frac{3}{2\pi} W_{e0}\left[j + (1+\Delta)^{1/2}\right] \approx W_{e0},\ \Delta = 4B_0/(W_{e0})^2 \qquad (1)$$

"İkinci" dispersiyanın orta hesabat ölçüsünü və yağ kürəciklərinin orta ölçülərinin müqaisəsi homogenləşdirilmiş süddə geniş diapazonda homogenləşmə parametrlərinin dəyişməsinə yaxşı təsadüf edir.

Relaksasiya (azalma, zəifləmə) vaxt spektrinə malik yağ kürəcikləri kütləsinin kütlə və yaxud həcmcə paylanması ilə əlaqəli riyazi model sintez etmək üçün reologiyadan məlum olan tənlikdə

$$\overline{\omega}(m) = \frac{\alpha^{\frac{1}{\beta}}}{\beta} H(m) \left[\int_m^\infty \frac{H(m)}{m} dm\right]^{\frac{1}{\beta}-1} \qquad (2)$$

$$k_{m1} = \frac{\alpha^{1/\beta}}{\beta},\ k_{m2} = \frac{1}{\beta} - 1$$

əvəzetmələrlə onu aşağıdakı şəkildə sadələşdiririk:

$$\overline{\omega}(m) = k_{m1} H(m) \left[\int_m^\infty \frac{H(m)}{m} dm\right]^{k_{m2}} \qquad (3)$$

burada $\overline{\omega}(m)$ – yağ fazasının üzsüz süddə kütləcə paylanma funksiyası;

$H(m)$ – loqarifmik relaksiya spektri;

m – kütlə, kq;

α - məcburi titrəyişlərin amplitudu, m;

β – biopolimer məhlullarının molekulyar kütləsinin onun özlülüyünə təsir dərəcəsini xarakterizə edən dərəcə göstəricisi;

$H(m) = H(r[m])$, k_{m1} *və* k_{m2} – modelin parametrləri.

Adətən yağ kürəciklərinin dayanıqlılığının qiymətləndirilməsi üçün onların sedimentasiya (çökmə) prosesinə əsaslanılır. Bu, virtual olaraq qabın hündürlüyü boyu həcmcə bərabər laylarda yağın kütlə payının dəyişmə dinamikasını aydınlaşdırmağa imkan verir. Analitik mülahizələr və qabın hündürlüyücə yağ kürəciklərinin kütləsinin dəyişməsinə əsaslanan bir sıra riyazi təhlil əsasında sedimentasiya vaxtından asılı olaraq məhsulun aşağı layında kütlə payını ($g_{r(a)}$) müəyyən edən aşağıdakı düsturdan istifadə olunur:

$$g_{r(A)} = \frac{N \cdot n}{150 D^2 H} \frac{\rho_{yağ}}{\rho} \sum_{r-1}^{I} d_r^3\, \overline{d}_{r(N)} \left(1 - \frac{n W_r \tau}{H}\right) \qquad (4)$$

burada N – məhsul layında yağ kürəciklərinin ümumi miqdarı;

n – qaba layların sayı;

D – silindrik qabın diametri, m;

H – silindrik qabın hündürlüyü, m;

$\rho_{yağ}$ – yağın sıxlığı, kq/m^3;

ρ – süd əvəzedici məhsulun sıxlığı, kq/m^3;

d_r – "r" ölçü qrupundan olan yağ kürəciyinin orta diametri, m;

τ – sedimentasiya müddəti, san;

$\bar{d}_{r(N)}$ – “r” ölçü qrupundan olan yağ kürəciyinin dispersliliyi, %;

W_r - d_r diametrli yağ kürəciyinin qalxma sürəti, m/san.

“r” i-dən I-yə qədər dəyişir. Burada i – ölçü qrupunun nömrəsi; I- isə ölçü qrupunun sayıdır. (1) düsturuna daxil olan W_r sürətini hesablamaq üçün yağ kürəciyinin dərəcəli xarakterini nəzərə alan kriterial tənlikdə çevirmə aparmaqla alırıq:

$$W_r = \frac{d_r^2}{\eta^{0,5}\rho^{1,5}} \cdot \varepsilon_r^{3,75} \cdot \rho_{yağ} \cdot g(\rho - \rho_{yağ})C^{-1}, \qquad (5)$$

burada

$$C = 18\eta\rho^{0,5} + 0,6\varepsilon_r^{2,375} d_r^{0,5} \rho_{yağ} g^{0,5}(\rho - \rho_{yağ})^{0,5};$$

ε_r – layın qeyri yekcinsliyi;

η – məhsulun dinamiki özlülüyü, $Pa \cdot san$;

g – ağırlıq qüvvəsinin təcili, m/san^2.

(1) düsturu $W_r\tau \leq \frac{H}{n}$ şərti üçün doğrudur. $W_r\tau < \frac{H}{n}$ olduqda müvafiq ölçü qrupundan olan yağ kürəciyi birinci laydan (aşağıdan) qismən ikinciyə, ikincidən üçüncüyə və sonra daha yuxarıda olan laylara keçir. Bu zaman aşağıdakı layda yağın kütlə payının azalması miqdarca yuxarıda artmasına bərabər olur. Birinci, ikinci, üçüncü və sonrakı laylarda yağın kütlə payı bir səviyyədə qalıb başlanğıcda məhsulun orta həcmi yağlılığına bərabər olur. $W_r\tau = \frac{H}{n}$ olduqda birinci layın ölçü qrupuna uyğun gələn yağ kürəciyi tam şəkildə ikinci laya keçir; ikinci lay üçüncü layın yağ fazasını əvəz edir və bu minval yuxarı laya qədər davam edir. $W_r\tau > \frac{H}{n}$ olduqda (1) düsturunda mötərizənin içərisində yazılmış ifadə mənfi qiymət alır. Fiziki nöqteyi nəzərdən bu, müəyyən ölçü qrupundan olan yağ kürəciyinin yalnız tam şəkildə birinci laydan ikinciyə keçməsini deyil, həmçinin ikinci layın bu qrupundan olan yağ kürəciklərinin bir qisminin üçüncü laya və sonra yuxarıdakı laylara keçməsini bildirir [3, 4]. Belə halda (1) düsturu ilə aşağı layda yağın kütlə payını təyin edən zaman ölçü qruplarına uyğun gələn toplananlar xaric edilir. Bunların yağ kürəcikləri tamamilə aşağı laydan yuxarı laya keçirlər. Yuxarı layda yağ kütlə payı ($g_{r(y)}$) aşağıdakı kimi olur:

$$g_{r(y)} = g_r + \frac{N \cdot d_r^3 n}{150 D^2 H} \frac{\rho_{yağ}}{\rho} \bar{d}_{r(N)} \left(1 - \frac{nW_r\tau}{H}\right), \qquad (6)$$

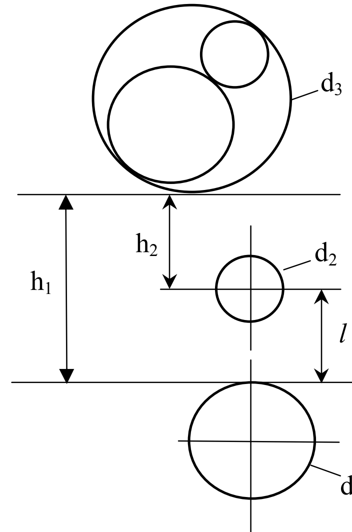
burada g_r – başlanğıcda məhsulda yağın kütlə payı, %;

Lay həcmində müxtəlif ölçü qruplarına aid yağ kürəciklərinin olması nəzərə alınmaqla (1) və (2) düsturlarına həcmdə daha çox dispersliliyi olan yağ kürəciyinin diametrini ($\bar{d}_{r(v)}$) qoymaq təklif olunur. Bu zaman layın qeyri yekcinsliliyini aşağıdakı kimi təyin etmək mümkündür:

$$\varepsilon = 1 - \frac{1}{150} \cdot \frac{N \cdot n}{D^2 \cdot H} \cdot \sum_{r=1}^{I} d_{r1}^3 \cdot \bar{d}_{r1(v)}. \qquad (7)$$

Yuxarıda qeyd olunan mülahuzələri dispers faza hissəciklərinin flokulyasiya olmadan emulsiyanın yağ fazasının çökmə hadisəsinə aid etmək olar. Dispers fazanın yağ kürəciklərinin flokulyasiyasını nəzərə almaqla çökmə məsələsinin analitik yolla həlli xeyli çətindir. Bu, məhsul həcmində yağ kürəciklərinin qeyri bərabər paylanma mümkünlüyü, hərəkətlərin məhdudlaşmış xarakteri, vaxt və məkanda emulsiyanın fiziki – kimyəvi xassələrinin dəyişməsi ilə əlaqəlidir. Bu məsələnin həlli üçün müəyyən məhdudiyyətlər və təxminlər qəbul edilmişdir. Buna uyğun olaraq iki yağ kürəciyinin sadə aqreqatlaşma prosesini şəkildəki qrafiki model kimi təsvir etmək olar.

Yağ kürəciyinin ağırlıq qüvvəsinin əksi istiqamətində hərəkəti prosesində d_1 – diametrli kürə d_2 – diametrli kürəni qovaraq ona çatır (burada $d_1 > d_2$) və onların aqreqatlaşması (ortokinetik flokulyasiya) baş verir.



Şəkil. İki yağ kürəciyi aqreqatının yaranma prosesinin interpritasiya qrafiki.

Təsvir olunmuş modeldə d_3 – hər hansı iki yağ kürəciyinin aqreqatının diametridir. τ vaxtı anında d_1 *və* d_2 diametrli yağ kürəcikləri bir birindən l-məsafəsi qədər aralıdırlar.

Hərəkət prosesində d_2 – diametrli yağ kürəciyi τ vaxtı ərzində h_2 məsafəsini qət edir. Yağ kürəciklərinin bir birini itələyici baryer təsirini itirmə məsafəsinə qədər yaxınlaşmaları üçün d_1 diametrli yağ kürəciyi həmən vaxt τ ərzində h_1 məsafəsini qət etməlidir:

$$h_1 = l + h_2 \qquad (8)$$

və yaxud

$$h_1 = \frac{lW_1}{W_1 - W_2}, \qquad (9)$$

burada W_1, W_2 – müvafiq olaraq d_1 və d_2 diametrli yağ kürəciklərinin sürətləri, m/san;

l - d_1 və yaxud d_2 diametrli yağ kürəcikləri arasındakı hər hansı başlanğıc məsafə, m.

$l = |l_1 - l_2|$. (10)

$l_1 - l_2$ –nin qiymətləri aşağıdakı tənliklərdən tapılır:

$$l_1^2 + 2d_1 l_1 + \left[d_1^2 + \frac{H(1-D)}{nN_{A1}}\right] = 0 \quad (11)$$

və yaxud

$$l_2^2 + 2d_2 l_2 + \left[d_2^2 + \frac{H(1-D)}{nN_{A2}}\right] = 0 \quad (12)$$

budara N_{A1}, N_{A2} - d_1 və d_2 diametrli yağ kürəciklərinin müvafiq olaraq mayenin en kəsik sahəsində olan miqdarı.

W_1 və W_2 sürətləri (2) asılılığına görə (d_r-d_v) – i d_2 ilə əvəz etməklə müəyyən edilir. Aqreqatın hərəkət sürəti W digər W_1, W_2 sürətlərdən fərqlənir. Sistemin hərəkət miqdarının saxlanması qanununa əsasən yazılır:

$$W = \frac{m_1W_1 + m_2W_2}{m_1 + m_2}, \quad (13)$$

burada m_1, m_2 - d_1 və d_2 diametrli yağ kürəciklərinin kütlələri, kq;

$m = m_1 + m_2$ – aqreqatın kütləsi, kq.

Əmələ gəlmiş aqreqat sonrakı yağ kürəciyi ilə birləşənə qədər W sürətinə malik olur. Müəyyən məsafə keçdikdən sonra üç yağ kürəciyinin yaratdığı aqreqat böyük kütlə və böyük hərəkət sürəti əldə edir. Bu zaman üç yağ kürəciyi aqreqatının $\frac{H}{h}$ hündürlüyündə layı keçmə müddəti aşağıdakı kimi olur:

$$\tau = \tau_1 + \sum_{i=1}^{n} \frac{h_i}{W_i}, \quad (14)$$

burada W_i – aqreqatın sürəti, m/san.

Aqreqatın sürəti (2) asılılığı ilə əlaqəli olur və bu zaman d_r – diametrli yağ kürəciyi (bu halda aqreqatın diametri) aşağıdakı düsturla hesablana bilər:

$$d_r = 1{,}5\sqrt[3]{d_1^3 + d_2^3}. \quad (15)$$

Təcrübə qabda məhsulun hündürlüyü boyunca yağ tərkibin xeyli dəyişməsini göstərmişdir. Bu fakta görə məhsulun laylarında yağın kütlə payının miqdarca qiymətləndirmə metodikasını tövsiyə etməyə səbəb olmuşdur ki, bu göstərici məhsul həcmində yağ fazasının paylanmasının yekcinsliliyini qiymətləndirmə kriterisi kimi qəbul olunmuşdur.

Metodikaya görə yağ kürəciklərinin sedimentasiyası ilə əlaqədar olaraq konsistensiyasının pozulması miqdar kriteriyasına "yağ fazasının dayanıqlıq əmsalı" uyğunlaşdırılmışdır. Miqdarca dayanıqlılıq əmsalı orta qiymətin orta kvadratik xətası kimi müəyyən edilir. "Uzlaşma əmsalına" düzləndirilmiş yağ fazasının kütlə payı aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$K_{day} = \frac{1}{K_0}\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(g_i - g)^2}{(n-1)}}, \quad (16)$$

burada K_{day} – yağ fazasının dayanıqlıq əmsalı;

K_0 – uzlaşma əmsalı, %;

g_i – i layında yağın kütlə payı, %;

g – məhsulda yağın orta kütlə payı, %;

n – layların sayı.

Uzlaşma əmsalı yağın kütlə payı ölçüsündə kəmiyyət olub, şərti orta kvadratik xəta kimi təqdim olunur. $\tau \to \infty$ olduqda məhsulun bütün yağ fazasının onun üzərinə çıxması hesab olunur:

$$K_0 = \sqrt{\frac{(100-g)^2 + g^2(n-1)}{n-1}}. \quad (17)$$

Bu nəzərə alınmaqla yağ fazasının dayanıqlıq əmsalı aşağıdakı kimi müəyyən edilir:

$$K_{day} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(g_i - g)^2}{(100-g)^2 + g^2(n-1)}}. \quad (18)$$

Nümunə götürmənin doğruluq ehtimalı və tədqiqatın metodiki olaraq məqsədəuyğunluğu nəzərə alınmaqla maksimum şərti meyletməni (xətanı) müqayisə edən zaman müəyyən edilmişdir ki, məhsulu dörd laya bölmək kifayətdir. Bunun qiymətinə görə konsistensiyanın yekcinslilik səciyyəsi verilir. Bu məhsulun həcmində yağ fazasının bərabər paylanmasını bildirir.

Qabda məhsulun hündürlüyü boyunca yağın kütlə payının dəyişməsi vaxt üzrə fasiləsiz olaraq yavaş – yavaş gedir. Vizual olaraq yağ fazasının qeyri bərabərliyini müəyyən etdikdə, o K_{day}-nin hər hansı bir qiymətinə uyğun gəlir ki, bu yağ fazasının vizual qusurlu dayanıqlıq əmsalı ($K_{day\,qüs}$) hesab edilir.

ƏDƏBIYYAT

1. Малинина и.Л., Мухин А.А. Практические аспекты технологий производства комбинированных молочных продуктов // Пищевая промышленность, 2001. №2. с. 22-23. 2. Малахов Н.Н., Орешина М.Н. Исследование механизма дробления капель и совершенствование гомогенизаторов молока // Хранение и переработка сельхозсырья. 2000, №12. с. 28-30. 3. Обрайен Р. Жиры и масла. – СПб.: Профессия, 2007. – 751 с. 4. Остроумов Л.А., Брагинский В.И., Осинцев А.М., Боровая Е.А. Численное моделирование процесса отстаивания молочного жира // Хранение и переработка сельхозсырья. 2000, №12. с. 11-15.

Исследование прочности жировой фазы в заменителях молока

Б.З. Салманов

В статье приводится график интерпретации процесса образования двух жировых шариков. Также приводятся формулы определения размеров жировых шариков. Описаны скорости движение и возможное соединение этих образований. Расстояние между исследуемыми объектами определяется по понятной формуле и объясняет физику процесса движения. Время седиментации зависит от скорости перемещения масляных шариков. Также дана формула зависимости агрегатной скорости от диаметра.

Ключевые слова: *заменитель молока, гомогенизация, дисперзация, жировой шарик*

Study of the strength of the fater phase in milk replacers

B.Z.Salmanov

The article provides a graph of the interpretation of the formation of two fat bubbles. Formul for determining the size of the are also given fat bubbles. Described the speeds of movement and the possible combination of these formations. The distance between the studied objects is determined by an understandable formul and explains the physics of the process of movement. Sedimentation time depends from speed of movement of the oil balls. Neverthlese the formula for the dependence of also given the researd speed from diameter.

Key words: *replacer of milk, homogenization, dispersion, fat ball*

